

影响温度计校准的不确定因素

研究人员正在使用仿真技术来改善温度传感器的校准。

作者：JENNIFER HAND

温度计具有广泛的应用，从测量日常消费品中的温度，到集成到复杂的医疗和工业技术或过程中。与所有测量仪器一样，它们必须根据 1990 年国际温标 (ITS-90) 进行校准。

校准过程

ITS-90 是基于纯金属由于熔化或凝结而改变相态的固定温度点。在相变过程中，金属会吸收或释放热，而温度不发生变化。在某个固定点，插入其中的温度计可观测到用于实际参考的温坪。

Jonathan Pearce 在英国国家物理实验室领导接触测温方面的工作，他解释道：“ITS-90 与标准铂电阻温度计一起发放给用户。这是一种非常灵敏的仪器，能够测量精度达到微开尔



图 1：典型固定点装置的截面，显示了石墨容器、金属锭和用于插入温度计的中心孔。

文量级的温度。”

铂电阻温度计使用固定温度点装置进行校准。其通常是一个石墨坩埚，做为容器，有一个穿过其中心的孔，用于插入温度计（见图 1）。

制作该容器的材料，纯度极高，通常达到 99.9999%。中心孔用于插入温度计，从而使其底部的传感元件完全浸入固定点金属中。然后将该容器放入炉内，以使金属受控熔化和凝结。

尽管属于高性能仪器，校准期间的温度不确定性仍然可以达到 1 毫开尔文。为了更好地了解微观行为，Pearce 与萨里大学学生 Matthew Large 合作，转为使用 COMSOL Multiphysics。

仿真形态不稳定性

凝结或凝固的行为不如熔化那么稳定。例如，一些区域会在其他区域之前凝固，从而会影响凝结温度。

仿真利用了 COMSOL Multiphysics 中的相场方法，为研究提供了有趣的见解：在某些条件下，液—固界面根本不是平面；随着凝结的逐步发生，界面处的波纹会变得很明显。这些波纹会开始向外突出变为小泡（见图 2），它们顶端的温度明显低于根部的温度。“这种正反馈循环非常有趣”，Pearce 说。“虽然 Mullins 和 Sekerka 在 20 世纪 60 年代就已经预测了这种效应，但这是我们第一次在这样的背景下观察到它的表现形式。我们的主要目

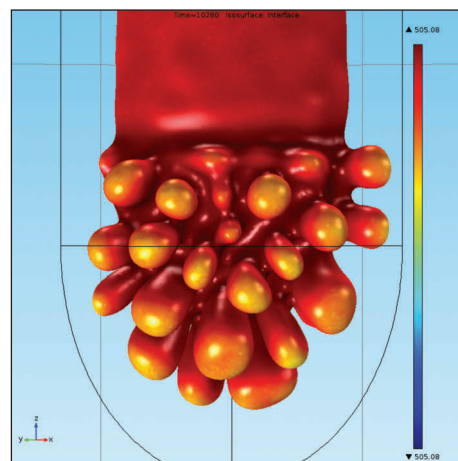


图 2：液-固界面处的形态不稳定性。

“我们最终获得的工作模型是一种了解热和质量流对液-固界面演变影响的非常有效的途径。”

标是，通过研究火炉设置对该过程的影响并确定所用实际传感器测量的温度，以此来仿真凝结行为。我们最终获得的工作模型是一种了解热和质量流对液—固界面演变影响的非常有效的途径。”

通过仿真，可以确定系统中难以通过实验观察但却在测量中对整体不确定性产生影响的特定行为。通过仿真获得的信息可以用于精确地仪器重新设计，最终提高测量精度。

更多信息

<http://www.npl.co.uk/temperature-humidity/>